



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
DEPARTAMENTO DE ECOLOGIA E ZOOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA

---

Larissa Zanette da Silva

EFEITOS DO FOGO SOBRE ANUROS EM UMA ÁREA DE RESTINGA NO SUL DO  
BRASIL

Florianópolis, 2015.



Larissa Zanette da Silva

EFEITOS DO FOGO SOBRE ANUROS EM UMA ÁREA DE RESTINGA NO SUL DO BRASIL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Tania Tarabini Castellani

Coorientador: Selvino Neckel de Oliveira

Florianópolis

2015

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Zanette-Silva, Larissa

EFEITOS DO FOGO SOBRE ANUROS EM UMA ÁREA DE RESTINGA NO  
SUL DO BRASIL / Larissa Zanette-Silva ; orientador, Tania  
Tarabini Castellani ; coorientador, Selvino Neckel-  
Oliveira. - Florianópolis, SC, 2015.

63 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa  
Catarina, . Programa de Pós-Graduação em Ecologia.

Inclui referências

1. Ecologia. 2. Anfíbios. 3. Distúrbios. 4. Ecologia de  
Comunidades. 5. Ecologia do Fogo. I. Castellani, Tania  
Tarabini. II. Neckel-Oliveira, Selvino. III. Universidade  
Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em  
Ecologia. IV. Título.

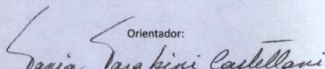
"Efeitos do fogo sobre anuros em uma área de restinga no Sul do Brasil"

Por

Larissa Zanette da Silva

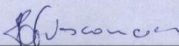
Dissertação julgada e aprovada em sua forma final pelos membros titulares da Banca Examinadora (017/ECO/UFSC) do Programa de Pós-Graduação em Ecologia – UFSC, composta pelos doutores:

Orientador:

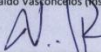


Dr(a) Tania Tarabini Castellani (ECZ/CCB/UFSC)

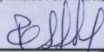
Banca examinadora:



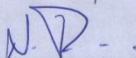
Dr(a) Heraldo Vasconcelos (Instituto de Biologia/UFU)



Dr(a) Nivaldo Peroni (ECZ/CCB/UFSC)



Dr(a) Paulo Cesar de Azevedo Simões Lopes (ECZ/CCB/UFSC)



Prof(a). Dr(a). Nivaldo Peroni  
Coordenador(a) do Programa de Pós Graduação em Ecologia

Florianópolis, 02 de abril de 2015.



## AGRADECIMENTOS

É muito bom terminar uma etapa e descobrir que você tem muito a agradecer, apesar de toda dúvida ou percalço que tenha ocorrido.

Agradeço à FATMA, principalmente à Morgana Eltz, por ter nos concedido licença e apoio para trabalharmos no PAEST. À equipe CAIPORA (CV) por todo auxílio durante o trabalho, principalmente no início. Agradecimentos especiais ao Marcos e ao Hugo. À Marci pelo apoio e alegria.

Obrigada também a todos que ajudaram na instalação dos *pitfalls* ou em campo. Valeu, Marcos, Hugo, Vitão, Gui, Edu Noya, Chico, amigos da Laura, PV, Bob, André, Mosquitinho (Vinícios), Léo, Fred, Elizabeth, David, Ju, César, Eike, Cleide...

Obrigada à CAPES pela bolsa concedida e aos professores do Programa de Pós Graduação em Ecologia da UFSC pelo conhecimento compartilhado. À Karla pelo incentivo, atenção e preocupação. À banca, composta pelos professores Heraldo Vasconcelos, Nivaldo Peroni, Paulo Simões-Lopes e Benedito Cortês Lopes, pelas contribuições ao trabalho.

Agradeço à Tânia, pois me deu a oportunidade de entrar no Mestrado ao ser minha orientadora. Obrigada pela dedicação, pelos dias em que foi à Baixada conhecer a área de estudo, pelas leituras atentas, pela preocupação com o trabalho e meu bem-estar. Obrigada por me acolher no seu laboratório e em sua vida.

Obrigada ao Selvino pelo incentivo a entrar no Mestrado e por ajudar financeiramente na etapa inicial do trabalho, quando eu ainda não estava vinculada à Pós. Sou grata pela paciência quando eu já não a tinha mais, pelo auxílio na escrita, pelo tempo dedicado a ver as apresentações da SAPECO insistentemente até que ficassem boas e por toda a ajuda no desenvolvimento do nosso trabalho. Valeu, Selva!

Gostaria de agradecer à Milena por ter a idéia inicial do projeto, por compartilhar seus dados para que pudéssemos realizá-lo, pelas contribuições feitas ao longo desse percurso e pelo apoio financeiro para a reinstalação dos *pitfalls*.

Sou grata ao Luiz Gustavo e ao Eduardo por me auxiliarem inicialmente com as análises estatísticas e à Cecília Dalotto pela elaboração dos mapas. E ao Moacyr por me ajudar a deixar os gráficos mais bonitos. ☺

Agradeço aos colegas de Pós-Graduação pelas gargalhadas, angústias e cervejas partilhadas. Obrigada, Moacyr, Renan, Bianca, Luiza, Grazi, Kênia, Vivi, Pablo, Daniel, Alê et al.. Aos colegas de corredor pelos cafezinhos, “papos cabeças” e outros nem tão “cabeça” assim. Aos amigos de Graduação por continuarem presentes em minha vida: Mari, Bob, André, Nay, Abu, PV... Obrigada, também, aos colegas de laboratório (LEAR e LEV) pelas discussões, por me escutarem a cada nova dúvida, insight ou angústia.

Laura, obrigada por encabeçar o trabalho comigo, pela parceria e por instalar os *pitfalls* quando eu não podia estar presente. Valeu por não desistir mesmo com medo de realizar os campos noturnos só

viii



comigo e por ter aguentado quando eu estava de mau-humor e desanimada. Estenda esse agradecimento aos seus pais, que nos ajudaram sempre que precisamos.

Agradeço aos colegas de casa por terem sido companheiros e carinhosos. À Kika pelas primeiras oportunidades com a herpeto, por me motivar quando eu queria desistir, por ser sempre atenciosa e alegre e, principalmente, por ser uma ótima companhia. À Caroleta pela parceria na hora de descontração, pela atenção quando eu precisava conversar e pela companhia. À Flávia pela parceria nas horas de estudos e nos momentos de diversão. À Elis, que tem me aguentado e apoiado nessa última fase, com todos os medos e angústias de alguém que tem experimentado tanta mudança.

Sou grata ao Félix, pois foi muito importante nessa etapa da minha vida! Obrigada pelo incentivo a estudar para a prova do Mestrado, pelo auxílio em campo, por me escutar nos momentos de ansiedade e desânimo, pelo choque de realidade quando eu precisava me mover, pelo carinho quando eu só precisava ser acolhida. Obrigada por me permitir entrar na sua vida e poder aprender contigo.

Por fim, agradeço à minha família por me apoiarem sempre! Agradeço pelo auxílio durante a minha formação profissional, pelo colo nos momentos difíceis e por acatarem minhas decisões mesmo quando não entendiam. Mãe, sem você eu não poderia chegar até aqui, obrigada pelo amor incondicional e por tantas vezes abrir mão das suas escolhas para me ver feliz.



## RESUMO

O fogo é considerado um dos distúrbios mais comuns em ambientes naturais. Espécies generalistas ou adaptadas a ambientes xéricos podem ser beneficiadas pelas condições criadas após uma perturbação, enquanto outras, menos tolerantes, podem desaparecer. A restinga do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro (PAEST) é uma das mais conservadas do Sul do Brasil, e abriga pelo menos 15 espécies de anuros. Em 2012, um incêndio atingiu cerca de 920 ha de vegetação, incluindo porções que margeiam os locais de reprodução das espécies de anuros. Esse estudo tem como objetivo geral verificar se a riqueza e composição de anuros terrícolas e arborícolas foram alteradas após esse evento. Para tal, avaliamos dados coletados no período pré-fogo e comparamos com aqueles coletados no pós-fogo. 14 espécies foram registradas antes e 13 após o fogo. A riqueza de anfíbios terrícolas foi alterada apenas na fitofisionomia arbustiva, enquanto que a composição de espécies terrícolas foi similar entre os dois períodos. Não encontramos diferenças na riqueza de espécies e a composição da anurofauna arborícola foi similar entre os períodos. A alteração na riqueza na restinga arbustiva está associada à simplificação do substrato horizontal, o que favorece a colonização de espécies terrícolas. Esse ambiente ficou similar à restinga aberta, pois houve acréscimo de *Odontophrynus maisuma*. Essa espécie aumentou sua área de vida e abundância, pois habita lugares abertos e áridos e foi favorecido pelas condições pós-fogo. Apesar de o fogo ter afetado algumas populações, essas alterações não foram suficientes para

alterar a composição de espécies de restinga de modo geral. Não houve alteração na composição da fauna arborícola, pois espécies arborícolas locais estão presentes em todas as fitofisionomias, mas se refugiam em áreas arbóreas quando não estão reproduzindo e estas não foram afetadas pelo incêndio. As espécies de restingas evoluíram num contexto de distúrbios constantes, como eventos de seca, inundações e ventania; destarte, parecem ser resistentes ao distúrbio que ocorreu em 2012.

Palavras-chave: Amphibia, distúrbios, ecologia do fogo, incêndio, Mata Atlântica.

## ABSTRACT

Fire is considered to be one of the most common disorders in natural environments. Species which are generalists or adapted to these xeric environments can benefit from the conditions created after a disturbance, while others, less tolerant, may disappear. The “restinga” of Serra do Tabuleiro’s State Park (PAEST) is one of the most preserved in southern Brazil, and hosts, at least, 15 frog species. In 2012, a fire affected about 920 ha of vegetation, including portions that bordered local frogs’ breeding sites. This study aims to determine if frogs’ richness and composition have changed after the fire. To do so, we evaluated data collected in the pre-fire period and compared to those collected in the post-fire period. 14 species were recorded in pre-fire period and 13 in post-fire. It was found differences in terrestrial species richness only in shrubby environment. Compositions of terrestrial and arboreal species were similar in two periods. Differences found in the richness of terrestrial species are due to changes in *Odontophrynus maisuma*’ living area because, after a fire, the horizontal substrate is simplified and more terrestrial species are able to colonize this places. However, this fact wasn’t enough to modify the composition of terrestrial species. Arboreal frogs’ richness and composition didn’t change because arboreal frogs take refuges in arboreal areas, although they used to use open areas for reproduction. Once the “restinga’s” species have evolved in a context of constant perturbations such as drought, floods and lots of wind, they appear to be resistant to the disturbances occurred in 2012 .

Keywords: Amphibia, Atlantic Forest, burning, disturbances, fire ecology.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Área destacada em verde representa o Parque Estadual da Serra do Tabuleiro (PAEST). .....	7
Figura 2: Restinga do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro (PAEST), Palhoça, SC. Área destacada foi atingida pelo incêndio em abril de 2012. Retângulo destaca a área estudada (Mapa: C. Dalotto). .....	9
Figura 3: Pluviosidade mensal acumulada (mm), temperaturas máximas, médias e mínimas (°C) para a região de Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. ....	10
Figura 4: Localização das armadilhas de interceptação e queda nas três fitofisionomias da restinga do Parque Estadual Serra do Tabuleiro (PAEST), Palhoça, SC. Em preto estão as armadilhas na fitofisionomia herbácea (totalmente incendiada); em verde, as na fitofisionomia arbustiva (parcialmente incendiada); em azul, as na fitofisionomia arbórea (não incendiada) (Mapa: C. Dalotto).....	12
Figura 5: Localização dos 40 pares de transecções para procura ativa na restinga do Parque Estadual Serra do Tabuleiro (PAEST), Palhoça, SC. Área destacada em vermelho representa a área afetada pelo fogo (Mapa: C. Dalotto). ....	15
Figura 6: Curvas de rarefação de espécies de anuros terrícolas baseadas em amostras (número de dias em que armadilhas ficaram abertas) e seus intervalos de confiança para dados coletados nos dois períodos (pré e pós-fogo) na restinga do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro (PAEST), Palhoça, SC. ....	22
Figura 7: Dois primeiros eixos da PCoA usando dados de abundância de anuros terrícolas nas fitofisionomias do Parque Estadual Serra do Tabuleiro (PAEST), Palhoça, SC. ....	24
Figura 8: Curvas de rarefação de espécies de anfíbios anuros arborícolas baseadas em amostras (horas-homem) e seus intervalos de confiança para dados coletados nos dois períodos	

(pré e pós-fogo) na restinga do Parque Estadual da Serra do  
Tabuleiro (PAEST), Palhoça, SC..... 26

Figura 9: Dois primeiros eixos da PCoA usando dados de abundância de  
anuros arborícolas nas fitofisionomias do Parque Estadual Serra  
do Tabuleiro (PAEST), Palhoça, SC..... 27



## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1: Esforço amostral de procura ativa padronizado, expresso em horas-homem, nas diferentes fitofisionomias de restinga no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro (PAEST), Palhoça, SC, nos períodos pré e pós-fogo. Entre parênteses, número de horas-homem realizadas em transecções incendiados. .... 15
- Tabela 2: Abundâncias das espécies de anfíbios anuros registrados nas diferentes fitofisionomias da restinga do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, Palhoça, SC, nos períodos pré e pós-fogo, com os dados padronizados. A= anuros arborícolas; T=anuros terrícolas. Em parênteses abundância relativas ao número de horas-homens amostradas em cada fitofisionomia..... 20
- Tabela 3: Média da abundância relativa das espécies terrícolas de anuros na restinga do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, SC, e seus desvios padrão, nos dois períodos do estudo. Espécies com abundância estatisticamente distintas entre os períodos para  $p < 0,05$  estão apresentadas em negrito. .... 24
- Tabela 4: Média da abundância relativa das espécies arborícolas de anuros na restinga do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, SC, e seus desvios padrão, nos dois períodos do estudo. Espécies com abundância estatisticamente distintas entre os períodos para  $p < 0,05$  estão apresentadas em negrito. .... 28



## SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	vii
RESUMO .....	xi
ABSTRACT .....	xiii
LISTA DE FIGURAS.....	xv
LISTA DE TABELAS.....	xvii
Introdução.....	1
Métodos .....	7
<b>Área de Estudo</b> .....	7
<b>Coleta de dados</b> .....	11
<i>Fauna terrícola:</i> .....	11
<i>Fauna arborícola:</i> .....	13
<b>Análises estatísticas</b> .....	16
Resultados.....	19
<i>Fauna terrícola</i> .....	21
<i>Fauna arborícola</i> .....	25
Discussão .....	29
Referências Bibliográficas .....	37



## **Efeitos do fogo sobre anuros em uma área de restinga no sul do Brasil**

### **Introdução**

O fogo, seja por ação humana ou por causas naturais, é um dos distúrbios mais frequentes na natureza (Koproski 2005), com capacidade de alterar a estrutura e composição das comunidades de plantas e animais (Vieira 1999, Beckage & Stout 2000, Briani *et al.* 2004). Seus efeitos podem ser tanto diretos, causando morte, queimaduras ou mesmo intoxicação de indivíduos de diferentes espécies, como indiretos, alterando o hábitat e a disponibilidade de recursos para as espécies remanescentes ou colonizadoras (Frizzo *et al.* 2011).

Estudos realizados com mamíferos na Austrália (Fox 1982, Friend 1993), na África (Yarnell *et al.* 2007) e no Brasil (Briani *et al.* 2004, Henriques *et al.* 2006, Vieira & Briani 2013) sugerem um cenário padrão de sucessão secundária após incêndios, iniciada usualmente por espécies vegetais. Por meio dos recursos disponibilizados por estas, as espécies animais podem se estabelecer em seguida.

A resposta da fauna após o fogo pode variar com o grupo taxonômico e com as características do incêndio. Vasconcelos e colaboradores (2009) realizaram um estudo com artrópodes de serrapilheira no Cerrado brasileiro, ambiente em que o fogo ocorre naturalmente, e observaram que o fogo afetou negativamente a abundância em táxons como Acari, Araneae e larvas e pupas de insetos, mas não causou efeitos significativos sobre a abundância em

Collembola, Formicidae e Thysanoptera. Dessa forma, o efeito de incêndios sobre a fauna está relacionado às características intrínsecas das espécies afetadas e à maneira como essas respondem às modificações no ambiente (Friend 1993, Westgate *et al.* 2012).

A frequência dos incêndios, sua intensidade, bem como as características do ambiente afetado, também são importantes para determinar se a diversidade irá aumentar ou diminuir após o fogo (Farji-Brener *et al.* 2002, Frizzo *et al.* 2011). Para os anfíbios, foi observado em uma floresta norte-americana, que a maior frequência de incêndios está correlacionada negativamente com a riqueza deste grupo de animais (Schurbon & Fauth 2003).

Os anfíbios são vertebrados susceptíveis às variações ambientais, principalmente àquelas que tornam o ambiente mais seco. Características que os tornam vulneráveis são: pele permeável, pequeno tamanho e desenvolvimento indireto em ovos sem cascas que são depositados em corpos d'águas (Wells 2007). Logo, utilizam tanto ambientes aquáticos, na fase larval, quanto terrestres, quando adultos. Cabe ressaltar que os anfíbios anuros têm ambientes específicos para reprodução e hibernação e que muitas espécies possuem uma distribuição restrita e/ou grande especialização por alguns habitats, reforçando a fragilidade desse grupo frente a alterações ambientais (Drummond 2009).

Apesar dessa fragilidade, alguns autores observaram que os anfíbios foram pouco afetados pelos efeitos diretos do fogo, uma vez que possuíram altas taxas de sobrevivência após o fogo (Kirkland *et al.*

1996, Pilliod *et al.* 2003, Schurbon & Fauth 2003, Renken 2005). Assim, na maioria das vezes, os efeitos indiretos foram mais determinantes para a estruturação de suas comunidades (Renken 2005).

Estudos que abordaram a resposta de anfíbios anuros frente a eventos de incêndio mostraram que os efeitos podem ser variados ou até mesmo antagônicos (Papp & Papp 2002). Em florestas no sul da Califórnia foi constatado que a abundância e riqueza de anuros em poças temporárias foram menores em lugares recentemente incendiados (a menos de um ano) do que aqueles em que foram incendiados há mais tempo (mais de um ano) (Schurbon & Fauth 2003). Já em Florestas Decíduas norte-americanas foi registrada maior riqueza em áreas incendiadas comparadas às áreas não incendiadas (Kirkland *et al.* 1996). Estudos realizados em uma área do Cerrado brasileiro (Drummond 2009) e no Chaco Úmido, nordeste da Argentina (Cano & Leynaud 2010), mostraram um aumento na diversidade beta de anuros no primeiro ano após o fogo, devido ao surgimento de mosaicos de vegetação estruturalmente diferentes. Em uma revisão de trabalhos feitos em diferentes formações vegetacionais na América do Norte, concluiu-se que a combustão da mata ciliar no entorno de corpos de água, modifica a temperatura e a composição química da água, e aumenta a sedimentação de matéria orgânica, o que, conseqüentemente, afeta a reprodução e recrutamento das espécies de anfíbios (Pilliod *et al.* 2003). Friend (1993) sugeriu que espécies arbóricolas são mais susceptíveis ao fogo que aquelas terrícolas, as quais são capazes de se enterrar. Posteriormente, Papp & Papp (2002)

reforçaram a idéia de Friend, visto que *Phyllodytes luteolus* (Anura), uma espécie arborícola, foi fortemente afetada pelo fogo em área de Mata Atlântica, no Espírito Santo. Assim, a resposta dos anfíbios a incêndios não é facilmente previsível e depende não só de seus atributos, mas também das características dos incêndios e dos ambientes afetados.

Restingas são ambientes naturalmente heterogêneos que, devido à disponibilidade de água no solo e salinidade possuem fitofisionomias distintas como: áreas herbáceas, arbustivas e arbóreas (Falkenberg 1999). Além disso, são considerados ecossistemas frágeis, com regiões naturalmente desprovidas de vegetação e apresentam altas taxas de degradação. A vegetação tem importante papel na estabilização de sedimentos e manutenção da drenagem natural, assim como para a preservação da fauna (Falkenberg 1999). Apesar da ocorrência do fogo não ser natural em áreas de restinga, as áreas abertas, secas e com gramíneas, bem como a presença de vento, podem tornar esse ambiente vulnerável a incêndios antrópicos, pois a dispersão das chamas é rápida.

O Brasil, com seus 8.000 km de costa, é o detentor de uma das maiores extensões de restinga do mundo. Somente nessa porção litorânea, são confirmadas 145 espécies de anfíbios anuros (Oliveira & Rocha 2014). A restinga do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro (PAEST) é uma das mais conservadas do Sul do Brasil, com predomínio de áreas herbáceas e arbustivas, bem como banhados, onde se



reproduzem pelo menos 15 espécies de anuros (Wachlevski & Rocha 2010).

Em 2012, um incêndio atingiu aproximadamente 920 ha desse parque e afetou, sobretudo, as áreas com vegetação herbácea de entorno aos banhados. Um estudo de ecologia de comunidades de anfíbios havia sido realizado na área pouco tempo antes (Wachlevski 2011), relacionando aspectos da comunidade de anuros com as fitofisionomias e fatores estruturais da vegetação. Assim, criou-se uma oportunidade de estudo, pois não existem trabalhos sobre o efeito do fogo em comunidades de anuros em restingas (Oliveira & Rocha 2014). A falta de estudos com efeitos de fogos sobre anfíbios em ambientes de Restingas é um reflexo tanto das dificuldades logísticas de empreender um estudo do tipo, quanto do pouco conhecimento sobre anuros de restinga de modo geral, o que impede uma melhor compreensão acerca dos processos ecológicos que afetam a composição e riqueza de espécies nesses ambientes (Rocha *et al.* 2008).

Dessa forma, o presente estudo tem como objetivo geral verificar se houve efeito do fogo sobre a comunidade de anuros em área de restinga no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, sul do Brasil. Assim, amostramos essa comunidade e analisamos a sua riqueza e composição no período de 2007 a 2010, período pré-fogo, e a comparamos à comunidade presente no período pós-fogo, entre 2012 a 2014. Especificamente, nós avaliamos, para a fauna arborícola e terrícola, separadamente: se houve variação da riqueza da comunidade

em cada fitofisionomia; se houve efeito do fogo sobre a composição, da comunidade nos períodos pré e pós-fogo; se confirmada a alteração na composição de espécies terrícolas e/ou arborícolas, nós analisamos se as abundâncias das espécies modificaram-se após o incêndio.

Visto que distúrbios por fogo não são considerados usuais em ambientes de restinga, esperamos que destruição de parte da vegetação de entorno aos corpos d'água tenha causado efeito negativo sobre a riqueza e composição de espécies anuros da restinga do PAEST.

## Métodos

### Área de Estudo

O estudo foi conduzido em uma área de restinga localizada na porção leste do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro (PAEST), município de Palhoça, região da Grande Florianópolis, Santa Catarina (27°45' e 28° 10' S e 49° 00' e 48°35' O; Figura 1).

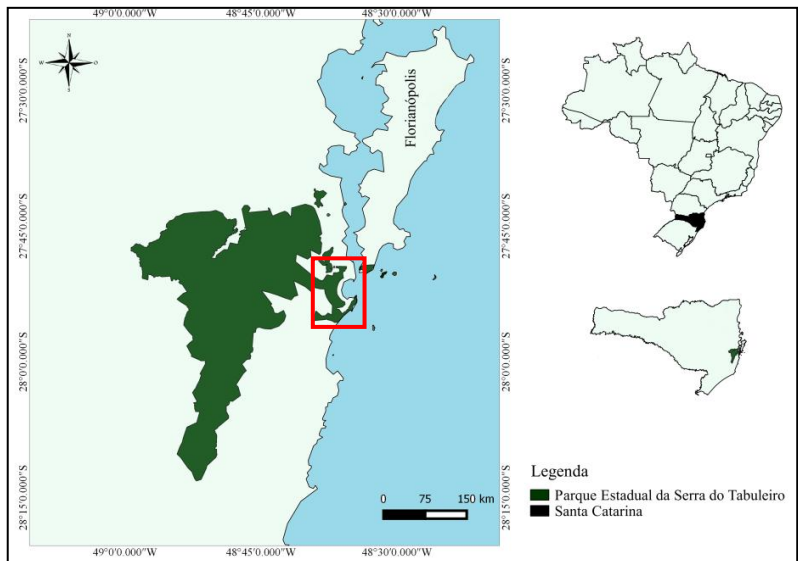


Figura 1: Área destacada em verde representa o Parque Estadual da Serra do Tabuleiro (PAEST), quadrado vermelho destaca a área de restinga do PAEST.

A área de restinga do PAEST é formada por cordões semi-circulares de areia, intercaladas por regiões brejosas. Segundo Klein (1981) sua estrutura é principalmente herbácea e arbustiva, com algumas porções de vegetação arbórea. Assim, formam gradiente com

ambientes abertos à florestados. Nas áreas herbáceo-arbustiva, destacam-se as tiriricas (*Cladium mariscus jamaicensis*, *Scirpus giganteus*, *Sirpus matitimus macrostachys*), o pau-de-bugre (*Lythrae brasiliensis*) e a vassoura-vermelha (*Dodonea viscosas*) já nas áreas arbustivo-arbóreas são abundantes as espécies vegetais da família Myrtaceae (Klein 1981, Tortato 2007).

A área estimada da restinga do PAEST é de 1800 hectares, sendo que, em abril de 2012, aproximadamente 50% (920 ha) foram afetados por um incêndio que durou dois dias, com queimas superficiais (Figura 2). Foram atingidas áreas herbáceas, arbustivas e regiões brejosas, mas não arbóreas.

Apesar de o fogo não ser considerado natural em ambientes de Restinga, a sua presença no PAEST deve ser considerada e precede a data de sua criação, 1975. A ocupação da região começou no século XVIII e a agricultura era uma das principais atividades, sendo que até 1970 a espécie vegetal mais cultivada era a mandioca (Socioambiental, 2001). Esse tipo de cultivo incluía a utilização do fogo como preparação inicial do solo. Vale salientar que há indícios de ocupação dos índios Guaranis na região no século XVI e que essa técnica agrícola também era utilizada por esses povos.



Figura 2: Restinga do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro (PAEST), Palhoça, SC. Área destacada foi atingida pelo incêndio em abril de 2012. Retângulo destaca a área estudada (Mapa: C. Dalotto).

Em relação às condições climáticas, o clima da região do PAEST é do tipo Cfa (Koeppen), com verões quentes e chuvas distribuídas ao longo de todo o ano (CECCA 1997).

Entre os anos de 2007 a 2010, o mês com maior precipitação acumulada na região foi novembro de 2008, com 557,04 mm e o com

menor precipitação foi junho de 2007, com 4,54 mm. Nesses anos, a temperatura mínima foi 3,8°C em junho de 2008 e a máxima foi 37,4°C em dezembro de 2009.

Já entre os anos de 2012 a 2014, o mês com maior precipitação acumulada foi junho de 2014, com 215,27 mm e o com menor precipitação foi julho de 2014, com 34,69 mm. Nesses anos, a temperatura mínima foi 2,5°C em julho de 2013 e a máxima foi 34,7°C em dezembro de 2013.

As médias mensais, entre 2007 e 2014, variaram de 14,9°C em julho de 2007 à 28,6°C em fevereiro de 2010 (Figura 3) (Fonte: CIRAM/EPAGRI).

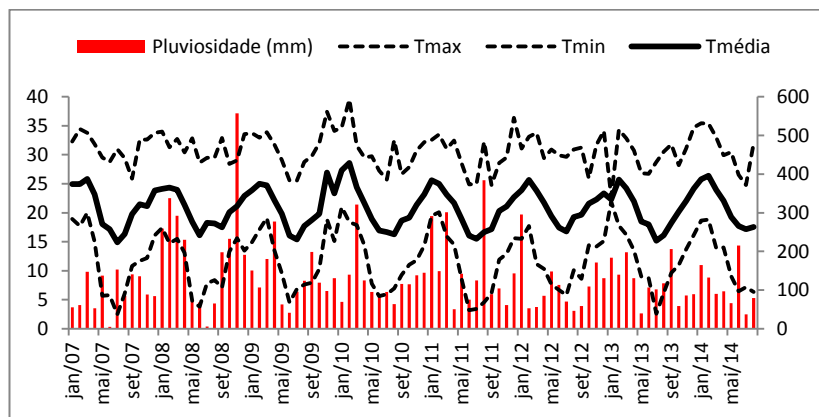


Figura 3: Pluviosidade mensal acumulada (mm), temperaturas máximas, médias e mínimas (°C) para a região de Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.

### **Coleta de dados**

A coleta de dados foi feita em dois períodos, antes e após o incêndio ocorrido em abril de 2012: de 2007 a 2010 (Wachlevski, 2011) e de 2012 a 2014 (presente estudo). Nas três fitofisionomias da restinga do PAEST - herbácea, arbustiva e arbórea - a fauna de anfíbios foi amostrada por duas metodologias distintas. A anurofauna terrícola foi amostrada por armadilhas de interceptação e queda (Corn 1994), e a arborícola, por procura ativa em transecções delimitada por tempo (Jaeger 1994).

*Fauna terrícola:* em cada fitofisionomia foram instaladas cinco armadilhas de interceptação e queda, sendo três dispostas em “Y” e duas em linha, totalizando cinco amostras independentes por fitofisionomia (Figura 4).



Figura 4: Localização das armadilhas de interceptação e queda nas três fitofisionomias da restinga do Parque Estadual Serra do Tabuleiro (PAEST), Palhoça, SC. Em preto estão as armadilhas na fitofisionomia herbácea (totalmente incendiada); em verde, as na fitofisionomia arbustiva (parcialmente incendiada); em azul, as na fitofisionomia arbórea (não incendiada) (Mapa: C. Dalotto).

As armadilhas distaram, no mínimo, 50 m uma da outra. As armadilhas do tipo “Y” possuíam quatro baldes de 60 l enterrados, com suas bordas rentes ao solo. O balde central estava distante dez metros dos outros três, os quais estavam localizados em cada extremidade do “Y” e conectados ao balde central por uma tela de 50 cm de altura, que conduzia os animais a caírem nos baldes. As armadilhas dispostas em linha tinham dez baldes de 60 l enterrados no solo, conectados por uma tela de nylon de 50 cm de altura por 100 m de comprimento. Os baldes estavam a uma distância de dez metros um

12



do outro. Cinco armadilhas da restinga herbácea e três da arbustiva estavam em áreas afetadas pelo fogo.

Foram realizadas quatro campanhas por ano, uma por estação, entre julho de 2007 a abril de 2010 (três anos, pré-fogo) e dezembro de 2012 a agosto de 2014 (dois anos, pós-fogo). Cada campanha durou cinco dias consecutivos (120 horas/estação) no período pré-fogo e quatro dias consecutivos (96 horas/estação) no pós-fogo. Para aquelas análises em que não é possível a comparação de dados com esforços diferentes, padronizamos o esforço amostral, descartando o primeiro ano e quinto dia de amostragem realizado no período pré-fogo, tendo-se, assim, dois anos de coleta com esforços equivalentes para cada período.

Em cada campanha, as armadilhas foram vistoriadas diariamente e todos os anfíbios capturados foram marcados por corte de falange distal seguindo o método proposto por Waichmann (1992). Os indivíduos foram marcados apenas por uma falange de modo a evitar a recontagem de indivíduos na mesma campanha. Na primavera de 2012, os animais foram marcados por meio de elastômero.

*Fauna arborícola:* oitenta transecções permanentes foram estabelecidas nas três fitofisionomias da área de estudo, sendo que 31 estavam dispostas na restinga herbácea, 18 na restinga arbustiva e 31 na restinga arbórea. Dentre essas 80 transecções (Figura 4), 25 foram atingidas pelo fogo: 16 estavam na restinga herbácea e nove, na arbustiva. A distância mínima entre os pares de transecções foi de 50

m. A procura ativa delimitada por tempo foi realizada por meio de sorteio, onde pelo menos 40 transecções foram percorridas por estação, sendo vinte amostradas no período diurno e 20 no noturno. Dois herpetólogos percorriam por 30 minutos cada transecção sorteada. Ambos ficavam lado-a-lado, cerca de dois metros um do outro, procurando visualmente por anfíbios anuros em uma faixa de dois metros de largura e até dois metros de altura. Assim, uma hora-homem era desprendida em cada transecção, sendo esta medida (hora-homem) a nossa unidade amostral. Em cada transecção, diferentes microhabitats foram observados: troncos caídos foram revirados à procura de possíveis indivíduos abrigados, bromélias, folhiço e folhas na vegetação também foram observadas (Wachlewski 2011).

Para aquelas análises em que não é possível a comparação de dados com esforços diferentes, eliminamos as horas-homem excedentes e consideramos 291 e 306 horas-homem nos períodos pré e pós-fogo, respectivamente (Tabela 1).

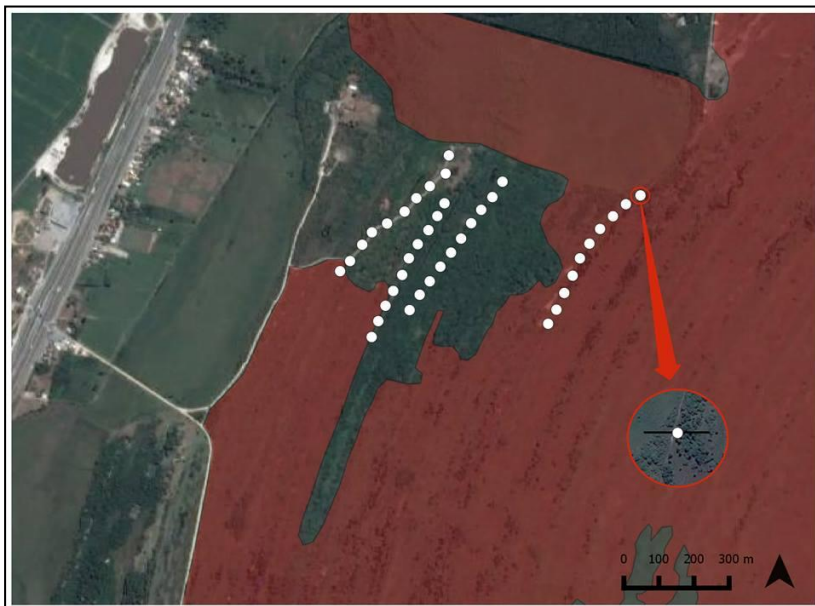


Figura 5: Localização dos 40 pares de transecções para procura ativa na restinga do Parque Estadual Serra do Tabuleiro (PAEST), Palhoça, SC. Área destacada em vermelho representa a área afetada pelo fogo (Mapa: C. Dalotto).

Tabela 1: Esforço amostral de procura ativa padronizado, expresso em horas-homem, nas diferentes fitofisionomias de restinga no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro (PAEST), Palhoça, SC, nos períodos pré e pós-fogo. Entre parênteses, número de horas-homem realizadas em transecções incendiadas.

Fitofisionomia	Pré-fogo	Pós-fogo (incendiadas)
Herbácea	104	120 (66)
Arbustiva	73	60 (35)
Arbórea	114	126 (0)
<b>Total</b>	<b>291</b>	<b>306 (101)</b>

### **Análises estatísticas**

Para verificar se houve variação na riqueza de anfíbios no período pré e pós-fogo em cada fitofisionomia, elaboramos curvas de rarefação de espécies com os dados coletados para cada período, usando o programa EstimateS 9.1 (Colwell 2013). Como há a possibilidade de se comparar conjunto de dados com esforços amostrais diferentes em curvas de rarefação (Gotelli & Colwell 2001), empregamos todos os dados coletados no período pré-fogo. Para que isso fosse possível, no caso da fauna terrícola, optamos por utilizar o dia em que as armadilhas ficaram abertas como amostra, e não a armadilha em si, empregada nos outros testes. Para construir as curvas, foram utilizadas 1000 randomizações.

Para que as análises baseadas em abundância fossem possíveis, os dados coletados por armadilhas de interceptação e queda foram relativizados em função ao número de baldes existentes em cada amostra, uma vez que essas tinham diferentes dimensões (4 baldes nas amostras do tipo “Y” e 10 no tipo “linha”). Além disso, as abundâncias das espécies arborícolas foram relativizadas em função do número de horas-homem desprendidas em cada fitofisionomia, em cada período (pré e pós-fogo).

Para verificar se existiu ou não mudança da anurofauna da área como um todo após o distúrbio, dois fatores precisaram ser consideramos: 1) “fitofisionomia”, por haver amostras coletadas em

diferentes fitofisionomias e 2) “período”, por haver amostras coletadas nos períodos pré e pós-fogo.

Para testar o efeito dessas variáveis, computamos uma matriz de dissimilaridade através do índice de Bray-Curtis. Em seguida, realizamos uma análise de variância multivariada baseada em 9999 permutações (PERMANOVA), conhecida como *adonis* (Anderson 2001). A “fitofisionomia” foi incluída como fator para isolar as variações na comunidade explicadas por ela, visto que nosso desenho amostral é incompleto e a área arbórea não foi afetada pelo fogo. Além disso, o tempo pode afetar de modo distinto as espécies presentes em fitofisionomias diferentes. Dessa forma, na mesma análise, testamos o efeito que cada um desses fatores possui sobre a composição de espécies, mas também testamos o efeito da interação do fator “período” com “fitofisionomia”, para ver se as variações na anurofauna em relação ao período eram influenciadas pelas fitofisionomias. Por fim, utilizamos uma Análise de Coordenadas Principais (PCoA) a fim de visualizar as diferenças na composição de espécies (Legendre & Legendre 2012).

Para os casos em que houve alterações na composição de espécies terrícolas e/ou arborícolas, comparamos as abundâncias de cada espécie no período pré e pós-fogo. Para tal, avaliamos a normalidade dos dados através do teste de Shapiro-Wilk e empregamos o teste-t para aquelas espécies com distribuição de abundância normal. Para aquelas que não possuíam distribuição normal de abundância, utilizamos o teste U de Mann-Whitney.

As análises foram feitas no programa R (R Core Team 2013), através dos pacotes `vegan`, `scales`, `lattice` e `shape` (Orkansen et al. 2013, Wickham 2014, Sarkar 2008, Soetaert 2014).

## Resultados

Registramos 15 espécies de anuros durante os dois períodos do estudo. A espécie terrícola mais abundante foi *Leptodactylus latrans* com 1218 indivíduos, enquanto a menos abundante foi *Odontophrynus maisuma*, com 50 indivíduos. *Scinax tymbamirim* foi a espécie arborícola mais abundante, com o registro de 412 indivíduos. Já *Hypsiboas faber* e *Sphaenorhynchus caramaschii* foram as arborícolas menos abundantes, com apenas um indivíduo cada (Tabela 2). Vinte e cinco indivíduos capturados não foram contabilizados, uma vez que foram encontrados mortos e parcialmente consumidos por formigas, impossibilitando a identificação taxonômica.

Tabela 2: Abundâncias das espécies de anfíbios anuros registrados nas diferentes fitofisionomias da restinga do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, Palhoça, SC, nos períodos pré e pós-fogo, com os dados padronizados. A= anuros arborícolas; T=anuros terrícolas. Em parênteses abundância relativas ao número de horas-homens amostradas em cada fitofisionomia.

Espécies	Pré-fogo				Pós-fogo			
	Herbácea	Arbustiva	Arbórea	Total	Herbácea	Arbustiva	Arbórea	Total
<b>Família Bufonidae (T)</b>								
<i>Rhinella abei</i> (rabe)	0	18	59	<b>77</b>	0	16	59	<b>75</b>
<b>Família Hylidae (A)</b>								
<i>Dendropsophus minutus</i> (dmin)	6(0,06)	0	0	<b>6</b>	17(0,14)	8(0,13)	0	<b>25</b>
<i>Dendropsophus weneri</i> (dwer)	11(0,11)	12(0,16)	16(0,14)	<b>39</b>	22(0,18)	13(0,22)	5(0,04)	<b>40</b>
<i>Hypsiboas albomarginatus</i> (halb)	6(0,06)	2(0,03)	1(0,01)	<b>9</b>	2(0,02)	1(0,02)	7(0,06)	<b>10</b>
<i>Hypsiboas faber</i> (hfab)	0	0	1(0,01)	<b>1</b>	0	0	0	<b>0</b>
<i>Phyllomedusa distincta</i> (pdis)	0	5(0,07)	2(0,02)	<b>7</b>	0	0	0	<b>0</b>
<i>Scinax argyreornatus</i> (sarg)	13(0,13)	31(0,42)	192(1,68)	<b>236</b>	10(0,08)	20(0,33)	95(0,75)	<b>125</b>
<i>Scinax granulatus</i> (sgra)	23(0,22)	7(0,10)	8(0,07)	<b>38</b>	11(0,09)	11(0,18)	1(0,01)	<b>23</b>
<i>Scinax tymbamirim</i> (stym)	137(1,32)	78(1,07)	33(0,29)	<b>248</b>	100(0,83)	38(0,63)	26(0,21)	<b>164</b>
<i>Sphaenorhynchus caramaschii</i> (scar)	0	0	0	<b>0</b>	0	1(0,02)	0	<b>1</b>
<b>Família Leptodactylidae (T)</b>								
<i>Leptodactylus gracilis</i> (lgra)	113	63	6	<b>182</b>	258	151	12	<b>421</b>
<i>Leptodactylus latrans</i> (llat)	352	254	153	<b>759</b>	170	141	158	<b>469</b>
<i>Physalaemus cuvieri</i> (pcuv)	259	97	114	<b>469</b>	294	174	209	<b>677</b>
<b>Família Microhylidae (T)</b>								
<i>Elachistocleis bicolor</i> (ebic)	40	31	9	<b>80</b>	63	40	12	<b>115</b>
<b>Família Odontophrynidae (T)</b>								
<i>Odontophrynus maisuma</i> (omai)	1	0	0	<b>1</b>	41	8	0	<b>49</b>



### *Fauna terrícola*

*Riqueza:* o número de espécies terrícolas foi igual nos dois períodos de amostragem (N=6). De acordo com as curvas de rarefação (Figura 6), a riqueza de espécies antes e após o incêndio ficou dentro do mesmo intervalo de confiança para as fitofisionomias aberta e arbórea, assim, não houve diferença significativa entre os períodos de amostragem. Contudo, para a fitofisionomia arbustiva, houve diferença entre a riqueza de espécies, uma vez que os intervalos de confiança das curvas de rarefação não se sobrepuseram. Desta forma, no período pós-fogo houve um acréscimo de uma espécie para a fitofisionomia arbustiva.

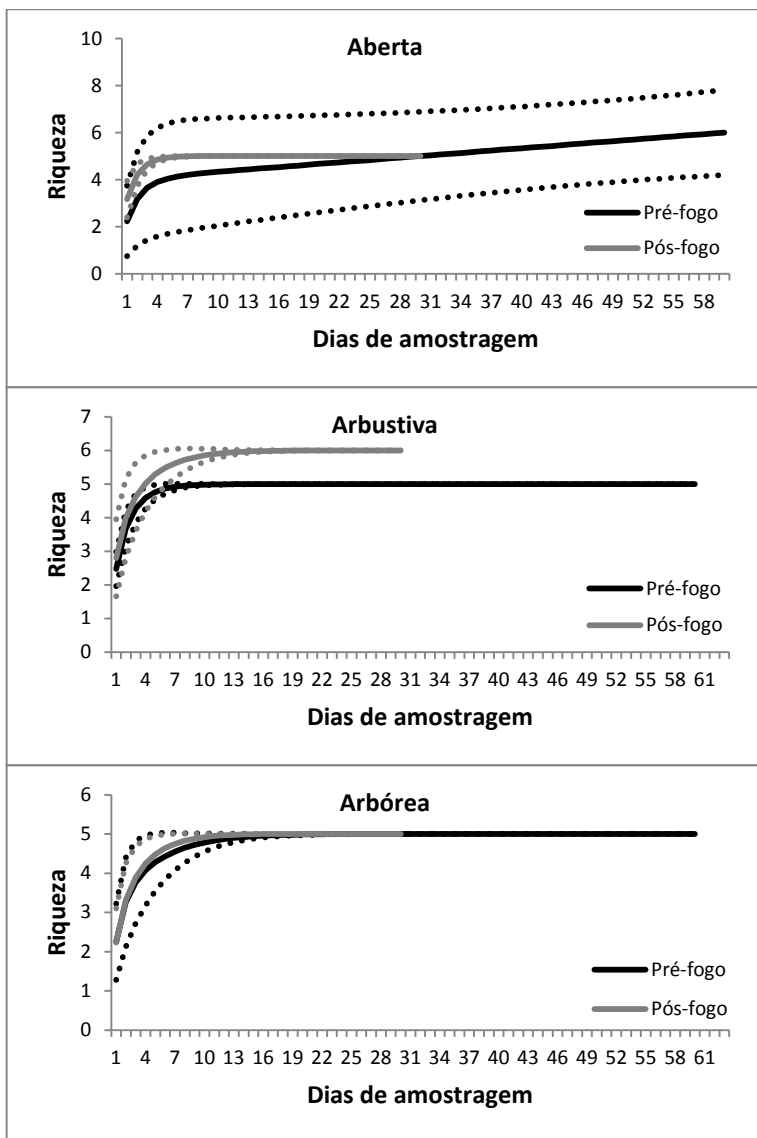


Figura 6: Curvas de rarefação de espécies de anuros terrícolas baseadas em amostras (número de dias em que armadilhas ficaram abertas) e seus intervalos de confiança para dados coletados nos dois períodos (pré e pós-fogo) na restinga do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro (PAEST), Palhoça, SC.

*Composição de espécies:* os resultados da PERMANOVA indicam que a composição da comunidade terrícola diferiu entre as fitofisionomias (pseudo-F=8,8389,  $r^2=0,36651$ ,  $p=0,0001$ ) e diferiu pouco entre os períodos do estudo (pseudo-F=4,7385;  $r^2=0,09824$ ;  $p=0,0045$ ), porém a interação desses dois fatores não foi significativa (Pseudo-F=0,9084;  $p=0,4954$ ).

Na Análise de Coordenadas Principais é possível ver uma segregação dos dados em relação às diferentes fitofisionomias (Figura 7). Embora haja formação de grupos distintos para as amostras das fitofisionomias herbáceas e arbustivas coletadas no período pré e pós-fogo, diferente do que ocorre para a área arbórea, a PERMANOVA não mostrou diferenças da comunidade de anuros terrícolas explicadas pelos períodos em cada fitofisionomia.

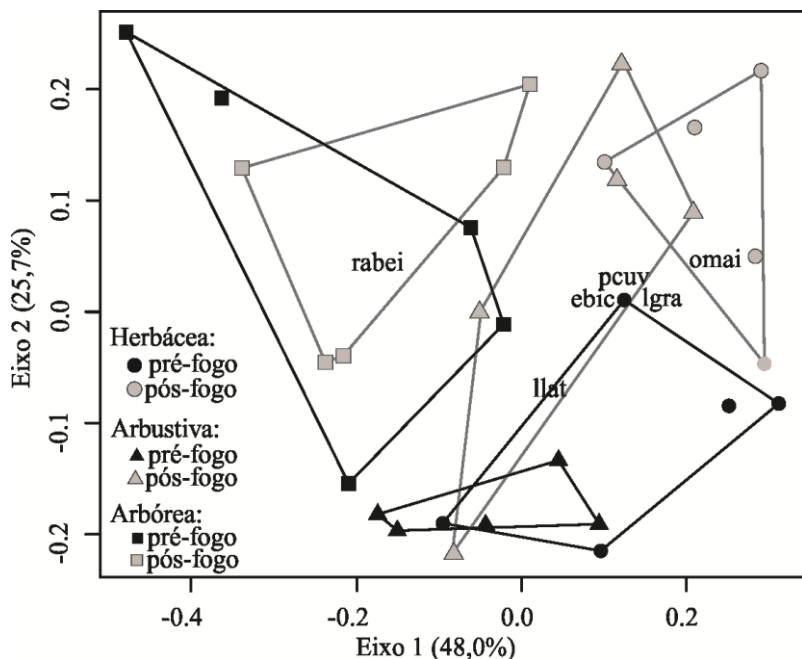


Figura 7: Dois primeiros eixos da PCoA usando dados de abundância de anuros terrícolas nas fitofisionomias do Parque Estadual Serra do Tabuleiro (PAEST), Palhoça, SC.

**Abundância das espécies:** das seis espécies terrícolas registradas, apenas três diferiram em sua abundância no período pré e pós-fogo: *Leptodactylus gracilis*, *L. latrans* e *Odontophrynus maisuma* (Tabela 3).

Tabela 3: Média da abundância relativa das espécies terrícolas de anuros na restinga do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, SC, e seus desvios padrão, nos dois períodos do estudo. Espécies com abundância estatisticamente distintas entre os períodos para  $p < 0,05$  estão apresentadas em negrito.

Espécies	Pré-fogo	Pós-fogo	Valor do teste*	P
<i>Rhinella abei</i>	0,67±0,84	0,72±0,96	w=106,5	0,797

<i>Elachistocleis bicolor</i>	0,84±0,68	1,25±0,85	t=-1,4306	0,164
<b><i>Odontophrynus maisuma</i></b>	0,02±0,06	0,45±0,64	w=57	<b>0,005</b>
<b><i>Leptodactylus gracilis</i></b>	1,87±1,65	4,12±3,68	t=-2,154	<b>0,044</b>
<b><i>Leptodactylus latrans</i></b>	7,74±4,00	4,29±2,01	t=2,9893	<b>0,007</b>
<i>Physalaemus cuvieri</i>	5,38±3,72	6,30±3,43	w=95	0,467

### *Fauna arborícola*

**Riqueza:** o número de espécies arborícolas registradas antes (N=8) e após o fogo (N=7) foi similar. De acordo com as curvas de rarefação (Figura 8), a riqueza de espécies nos dois períodos do estudo ficou dentro do mesmo intervalo de confiança nas três fitofisionomais, de modo que não foi possível registrar diferenças em relação a esse parâmetro após o incêndio.

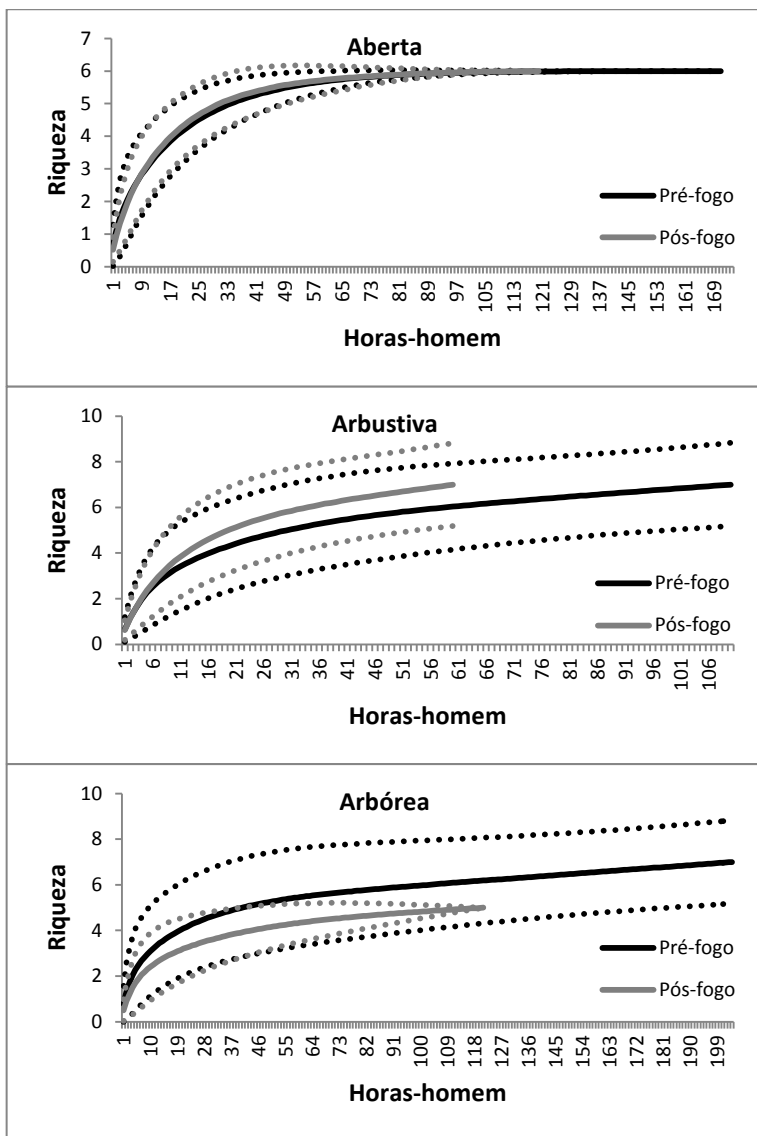


Figura 8: Curvas de rarefação de espécies de anfíbios anuros arborícolas baseadas em amostras (horas-homem) e seus intervalos de confiança para dados coletados nos dois períodos (pré e pós-fogo) na restinga do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro (PAEST), Palhoça, SC.

**Composição:** os resultados da PERMANOVA indicam houve pouca explicação na variação da composição da fauna arborícola em relação aos fatores: fitofisionomia (Pseudo-F=14,8577,  $r^2=0,04731$ ,  $p=0,0001$ ), e tempo (Pseudo-F=4,6198,  $r^2=0,00735$ ,  $p=0,0481$ ). E não houve explicação em relação às interações dos fatores fitofisionomia e tempo (Pseudo-F=1,3946,  $p=0,2198$ ) (Figura 9).

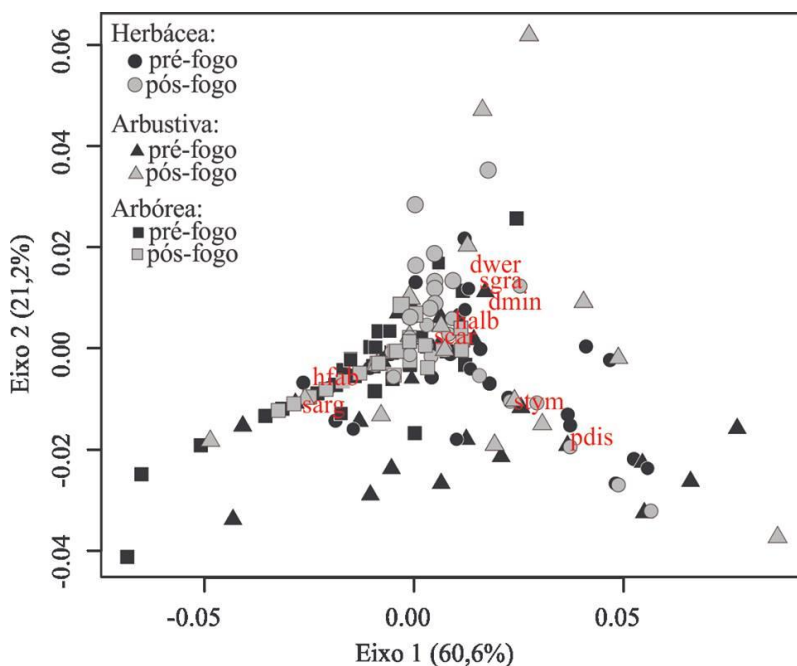


Figura 9: Dois primeiros eixos da PCoA usando dados de abundância de anuros arborícolas nas fitofisionomias do Parque Estadual Serra do Tabuleiro (PAEST), Palhoça, SC.

*Abundância das espécies:* das nove espécies arborícolas registradas, apenas quatro diferiram em sua abundância no período pré e pós-fogo: *Dendropsophus minutus*, *Scinax argyreornatus*, *S. granulatus* e *S. tymbamirim* (Tabela 4).

Tabela 4: Média da abundância relativa das espécies arborícolas de anuros na restinga do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, SC, e seus desvios padrão, nos dois períodos do estudo. Espécies com abundância estatisticamente distintas entre os períodos para  $p < 0,05$  estão apresentadas em negrito.

Espécies	Pré-fogo	Pós-fogo	Valor do teste*	P
<b><i>Dendropsophus minutus</i></b>	0,67±0,84	0,72±0,96	w=43241,5	<b>0,035</b>
<i>Dendropsophus weneri</i>	0,014±0,08	0,014±0,09	w=59274	0,844
<i>Hypsiboas albomarginatus</i>	0,0005±0,003	0,0003±0,002	w=44757	0,699
<i>Hypsiboas faber</i>	3,01e <sup>-05</sup> ±0,000	0±0	w=44377,5	0,329
<i>Phyllomedusa distincta</i>	0,0003±0,004	0±0	w=244829	0,147
<b><i>Scinax argyreornatus</i></b>	0,008±0,021	0,004±0,012	w=48768	<b>0,005</b>
<b><i>Scinax granulatus</i></b>	0,001±0,006	0,001±0,007	w=46413	<b>0,021</b>
<b><i>Scinax tymbamirim</i></b>	0,009±0,022	0,005±0,019	w=50050	<b>0,001</b>
<i>Sphaenorhynchus caramaschii</i>	0±0	5,44e <sup>-05</sup> ±0,000	w=0,0314	0,329



## Discussão

No presente estudo, encontramos efeitos sobre a riqueza da comunidade de anfíbios anuros após o incêndio na restinga do PAEST apenas na fitofisionomia arbustiva para os anfíbios terrícolas. Com a passagem do fogo e redução do substrato arbustivo, há maior área disponível para colonização de anfíbios que utilizam o substrato horizontal. Esse fato foi observado também por Drummond (2009), no Cerrado, visto que, após o fogo, houve maior proporção de anfíbios terrícolas no local, pois as áreas abertas foram ampliadas. No caso da restinga do PAEST, após a passagem do fogo, a área arbustiva teve um acréscimo de uma espécie e ficou similar em termos de composição e riqueza à restinga aberta.

Os padrões de resposta após o fogo, para os anfíbios, são determinados principalmente por suas necessidades de abrigo e história de vida (Friend 1993, Hossack et al. 2013). *Odontophrynus maisuma*, registrada apenas em área aberta no período pré-fogo, expandiu sua distribuição após o distúrbio, utilizando as áreas arbustivas também, o que acarretou diferenças na riqueza nessa fitofisionomia.

*Odontophrynus maisuma* tem como hábito se enterrar em épocas secas (Loebmann, 2005). Esse atributo é considerado uma adaptação a ambientes com restrição hídrica, mas que também pode protegê-lo dos efeitos do fogo. Em um estudo feito no Chaco úmido, Argentina, a presença de *O. americanus* em ambientes incendiados também foi explicada pelo seu hábito de vida (Cano & Leynaud 2010).

A espécie foi indicada como colonizadora de áreas recentemente incendiadas, visto que os indivíduos ficam enterrados boa parte do ano e são adaptados a ambientes secos. Além disso, a espécie colonizou áreas de solo nu e gramíneas baixas (Cano & Leynaud 2010). No presente estudo, *O. maisuma* não só expandiu sua área de vida, como aumentou sua abundância na fitofisionomia aberta.

Outra espécie terrícola que apresentou diferenças em sua abundância entre os dois períodos do estudo foi *Leptodactylus latrans*, que teve um decréscimo no número de indivíduos, enquanto sua cogenérica, *L. gracilis*, aumentou. Indivíduos desse gênero constroem ninhos de espumas com muco secretado por suas glândulas mucosas. A espuma envolve ovos e, posteriormente, os girinos, protegendo-os contra a predação e a competição interespecífica, além de manter um microclima estável, o qual evita a dessecação (Heyer 1969).

As espécies do grupo *latrans* depositam seus ninhos de espuma na superfície da água em poças (Heyer 1969, Sá et al. 2014). Esse hábito torna tanto os adultos quanto os ninhos de *L. latrans* mais vulneráveis ao fogo, uma vez que ficam expostos ao distúrbio e as modificações do ambiente decorrentes da passagem do fogo, como aumento da exposição solar e consequente acréscimo na temperatura.

Cano & Leynaud (2010), no Chaco úmido, encontraram resultado similar ao nosso, já que verificaram que *L. latrans* foi menos abundante em áreas onde o fogo ocorreu recentemente, em comparação a áreas incendiadas há mais de cinco anos. Essa espécie também foi correlacionada com áreas de gramíneas altas.

As espécies dos grupos *fuscus*, como *L. gracilis*, depositam essa espuma em tocas construídas pelos machos (Heyer 1969; Sá et al. 2014). Assim, tanto os indivíduos adultos podem se protegido contra a ação do fogo, como seus girinos podem ter se protegido das condições adversas criadas após o distúrbio, de modo que ambos puderam evitar os efeitos do fogo.

Vale salientar que a reprodução dessa espécie pode começar em épocas secas, visto que não necessitam de água para o desenvolvimento inicial dos girinos, dessa forma conseguem colonizar um ambiente após um período de restrição hídrica antes das demais espécies e isso pode ter beneficiado os indivíduos de *L. gracilis*.

Embora tenhamos encontrado diferenças em relação à abundância de algumas espécies de anfíbios terrícolas, pouca diferença foi registrada na comunidade terrícola de modo geral após o fogo, uma vez que a composição em toda a sua área foi pouco afetada. Esse fato pode estar associado à época em que ocorreu o incêndio, visto que, no outono, a maioria das espécies de anfíbios que ocorre na região não está em período reprodutivo e dessa forma fica menos vulnerável ao fogo.

Wachlewski e colaboradores (2014) observaram, em área de Floresta Ombrófila Densa do PAEST, menor riqueza de anuros nos meses de março a julho (outono) devido a uma redução em suas atividades reprodutivas, o que evidencia um padrão de atividade

sazonal. Friend (1993) sugere que a intensidade do fogo e a época em que ocorre o distúrbio são os fatores que mais contribuem para a alteração da comunidade de anfíbios. Assim, a ocorrência de incêndios durante a estação reprodutiva dos anfíbios potencialmente são mais impactantes do que aqueles que ocorrem em períodos em que não estão ativos reprodutivamente (Friend 1993).

Além disso, apesar de o incêndio atingir grande área da restinga do PAEST, este foi superficial. Portanto, acreditamos que seus efeitos diretos foram pouco intensos, assim como diversos autores sugerem em seus estudos (eg. Pilliod et al. 2003, Schurbon & Fauth 2003, Renken 2005).

Cabe ressaltar que animais com pouca mobilidade, como anfíbios, buscam abrigo em tocas até que o fogo passe, e, assim, podem sobreviver aos efeitos diretos do fogo (Costa e colaboradores 2013). Ademais, algumas espécies de anfíbios reconhecem auditivamente um incêndio e desencadeiam uma resposta de fuga, como *Hyperolius nitidilus* (Grafe e colaboradores 2002).

Dessa forma, consideramos que comunidade terrícola do PAEST foi resistente aos efeitos negativos do incêndio de 2012, já que muitas espécies presentes no local possuem estratégias de vida as quais evitam esses efeitos.

Friend (1993), Papp & Papp (2002) e Frizzo e colaboradores (2012) sugerem uma maior suscetibilidade da fauna arborícola em relação à terrícola. Para esse grupo de espécies, não encontramos

diferenças em relação à riqueza de espécies nas fitofisionomias estudadas.

Wachlevski (2011), observou na restinga do PAEST que a maioria das espécies arbóricolas ocorreu em todas fitofisionomias e justificou esse fato pela proximidade dessas áreas, que tende a promover uma distribuição similar entre os ambientes. Além disso, as espécies arbóricolas registradas na área de estudo reproduzem-se em áreas abertas e arbustivas, porém se refugiam na área arbórea (Wachlevski 2011). Assim, a área arbórea pode ter funcionado como um tampão, refugiando e protegendo a anurofauna arbóricola dos efeitos do fogo e servido como fonte de colonização para as áreas afetadas pelo incêndio, de modo a não afetar a riqueza.

Apesar de não encontrarmos diferenças na riqueza de espécies, encontramos discrepâncias em relação à abundância de algumas espécies.

*Scinax argyreornatus* foi uma das espécies mais abundantes nos dois períodos do estudo, entretanto, a abundância da população diminuiu após a passagem do fogo.

Essa espécie é abundante e plástica, pois utiliza tanto o substrato arbóreo como terrestre (Teixeira & Vrcibradic 2004, Teixeira & Rodder 2007). Cabe ressaltar que, no substrato vertical, é comum encontrar indivíduos a 0,2 à 1,5 m do solo (Teixeira & Rodder 2007). Dessa forma, indivíduos que utilizam o solo ou vegetação próxima ao mesmo, nas áreas atingidas pelo fogo, podem ter sido afetados pelo fogo, visto que se abrigam em substrato inflamável. O mesmo pode ter

ocorrido com *S. tymbamirim*, pois utiliza amplamente ambientes arbustivos e bromélias de chão (Nunes *et al.* 2012) e *Scinax granulatus*, que é comum em áreas abertas (Di-Bernardo *et al.*, 2004).

Embora tenha havido alterações em algumas populações arborícolas, houve pouca alteração na comunidade. Cabe ressaltar, novamente, que o fogo ocorreu em uma época que não favorece a reprodução dos anfíbios, de forma que os indivíduos estavam refugiados nas áreas arbóreas. Portanto, do ponto de vista da comunidade, julgamos a anurofauna arborícola da restinga pouco vulnerável aos efeitos negativos ou positivos do fogo por usar paisagens resistentes como refúgio.

Igualmente, alguns autores afirmam que os efeitos do fogo são de curto prazo (cerca de três anos) e, de modo geral, não persistem além desse tempo (Cano & Leynaud 2010). Em relação aos anfíbios, Friend (1993) afirmou que, diferente de répteis e mamíferos, suas distribuições e abundâncias estão mais intimamente ligadas à umidade do que à estrutura da vegetação ou sucessão pós-fogo.

Os nossos resultados não permitem dizer qual desses fatores é mais importante para a estruturação da comunidade após o incêndio, mas indica que tanto a umidade quanto a estrutura da vegetação podem ter contribuído para essa estruturação.

Apesar do fogo não ser um distúrbio natural em ambientes de restinga, as espécies que ali estão evoluíram num contexto de distúrbios constantes, como eventos de seca, inundações e ventania (Cirne *et al.* 2003), exemplo disso são as espécies vegetais, que tem

como principal estratégia a rebrota, que facilita a reestruturação da vegetação após o fogo, o que também acontece com a vegetação do Cerrado (Menezes & Araújo 2004).

Além disso, esses locais possuem altas temperaturas, alta luminosidade e alta salinidade. Portanto, abrigam, em geral, uma anurofauna com estratégias de vida adaptadas às condições xéricas, como: construção de tocas em solos de areia, dieta generalista e alto potencial de reprodução. Espécies consideradas pioneiras, que colonizam ambientes afetados por incêndios, possuem algumas dessas características (Friend 1993, Driscoll & Henderson 2008, Cano & Leynaud 2010, Vieira & Briani 2013). Logo, concluímos que a comunidade de anuros da área estudada são resistentes a distúrbios como o que ocorreu em abril de 2012.

Por fim, uma vez que possuem grande influência marinha, restingas são ambientes naturalmente heterogêneos, pois sofrem com diversos distúrbios naturais. Dessa forma, apesar de constataremos certa resistência por parte da anurofauna de restinga, é preocupante o aumento de distúrbios não naturais nesses ambientes. O evento ocorrido em abril de 2012, apesar de tomar grandes proporções, atingiu a vegetação de forma superficial, de modo que muitos indivíduos possivelmente conseguiram sobreviver ao se refugiar em áreas resistentes ao fogo. Em um incêndio com maior intensidade, provavelmente os efeitos sobre a anurofauna poderiam ser diferentes. Dessa forma, a pressão imobiliária, bem como a maior frequência de incêndios, pode reduzir essa heterogeneidade e acabar com as áreas

arbóreas, importantes para o refúgio e recolonização do ambiente após distúrbios (Frizzo *et al.*, 2011). Logo, ressaltamos a importância da proteção dessas áreas.



## Referências Bibliográficas

- ANDERSON, M. J. 2001. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecology*, 26: 32–46.
- BECKAGE, B., AND J. I. STOUT, 2000. Effects of repeated burning on species richness in a Florida pine savanna : A test of the intermediate disturbance hypothesis. *J. Veg. Sci.* 11: 113–122.
- BRIANI, D. C., A. R. T. PALMA, E. M. VIEIRA, AND R. P. B. HENRIQUES. 2004. Post-fire succession of small mammals in the Cerrado of central Brazil. *Biodivers. Conserv.* 13: 1023–1037.
- CANO, P. D., AND G. C. LEYNAUD. 2010. Effects of fire and cattle grazing on amphibians and lizards in northeastern Argentina (Humid Chaco). *Eur. J. Wildl. Res.* 56: 411–420.
- CECCA/FNMA. 1997. Uma cidade numa ilha: Relatório sobre problemas sócio-ambientais da Ilha de Santa Catarina. Insular, Florianópolis, SC.
- CIRNE, P., L. T. ZALUAR, AND F. R. SCARANO. 2003. Plant diversity, interspecific associations, and postfire resprouting an a sandy spit in a Brazilian coastal plain. *Ecotropica* 9: 33–38.
- COSTA, B. M., D. L. PANTOJA, M. C. M. VIANNA, AND G.R. COLLI. 2013. Direct and short-term effects of fire on lizard assemblages from a Neotropical Savanna Hotspot. *J. Herpetol.* 47: 502–510.
- COLWELL, R. K. 2013. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9. Persistent URL < <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates/> >.
- CORN, P. S., 1994. Straight line drift fences and pitfall traps. *In* Measuring and Monitoring Biological Diversity: Standard methods for amphibians, pp. 109-118.

- DI-BERNARDO, M., M. R. B. OLIVEIRA, G. M. F. PONTES, J. MELCHORS, M. SOLÉ AND A. KWET. 2004. Anfíbios anuros da região de extração e processamento de carvão de Candiota, RS, Brasil. *In* Estudos ambientais em Candiota: carvão e seus impactos, pp.163-175.
- DRISCOLL, D. A., AND M. K. HENDERSON. 2008. How many common reptile species are fire specialists? A replicated natural experiment highlights the predictive weakness of a fire succession model. *Biol. Conserv.* 141: 460–471.
- DRUMMOND, L. O., 2009. Efeito do fogo na composição, distribuição e dieta de uma taxocenose de anfíbios anuros de campos rupetres em Ouro Preto, MG. MSc Dissertation.
- FALKENBERG, D. B. 1999. Aspectos da flora e da vegetação secundária de restinga de Santa Catarina, sul do Brasil. *Insula* 28: 1–30.
- FARJI-BRENER, A. G., J. C. CORLEY, AND J. BETTINELLI. 2002. The effects of fire on ant communities in north-western Patagonia: the importance of habitat structure and regional context. *Divers. Distrib.* 8: 235–243.
- FOX, B.J. 1982. Fire and mammalian secondary succession in an Australian Coastal Heath. *Ecology* 63: 1332–1341.
- FRIEND, G.R. 1993. Impact of fire on small vertebrates in Mallee Woodland and Heathlands of Temperate Australia: a review. *Biol. Conserv.* 65: 99–114.
- FRIZZO, T. L. M., C. BONIZÁRIO, M. P. BORGES, AND H. L. VASCONCELOS. 2011. Revisão dos efeitos do fogo sobre a fauna de Formações Savânicas do Brasil. *Oecologia Aust.* 15: 365–379.
- FRIZZO, T. L. M., R. I. CAMPOS, AND H. L. VASCONCELOS. 2012. Contrasting effects of fire on arboreal and ground-dwelling ant

- communities of a Neotropical Savanna. *Biotropica* 44: 254–261.
- GOTELLI, N. J., AND R. K. COLWELL. 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecol. Lett.* 4: 379–391.
- GRAFE, T. U., S. DÖBLER, AND K. E. LINSENMAIR. 2002. Frogs flee from the sound of fire. *Proc. Biol. Sci.* 269: 999–1003.
- HENRIQUES, R. P. B., D. C. BRIANI, A. R. T. PALMA, AND E. M. VIEIRA. 2006. A simple graphical model of small mammal succession after fire in the Brazilian cerrado. *Mammalia* 70: 226–230.
- HEYER, W. R., 1969. The adaptive ecology of the species group of the genus *Leptodactylus* (Amphibia, Leptodactylidae). *Evolution* 23: 421–428.
- HOSSACK, B. R., W. H. LOWE, AND P. S. CORN. 2013. Rapid increases and time-lagged declines in amphibian occupancy after wildfire. *Conserv. Biol.* 27: 219–28.
- JAEGER, R. G. 1994. Transect sampling. *In* *Measuring and Monitoring Biological Diversity: Standard methods for amphibians*, pp. 103–107.
- KIRKLAND, G. L. J., H. W. SNODDY, AND T. L. AMSLER. 1996. Impact of fire on small mammals and amphibians in a Central Appalachian Deciduous Forest. *Am. Midl. Nat.* 135: 253–260.
- KLEIN, M. R. 1981. Fitofisionomia, importância e recursos da vegetação do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro. *Sellowia* 33: 5–54.
- KOPROSKI, L. P. 2005. O fogo e seus efeitos sobre a herpeto e a mastofauna terrestre no Parque Nacional de Ilha Grande (PR/MS), Brasil. MSc Dissertation.

- LEGENDRE, P. and L. LEGENDRE. 2012. Numerical ecology, 3rd English edition. Developments in Environmental Modelling, Vol. 24. Elsevier Science BV, Amsterdam.
- LOEBMANN, D. 2005. Guia Ilustrado: Os anfíbios da região costeira do extremo sul do Brasil. União Sul-Americana de Estudos da Biodiversidade, Pelotas, RS.
- MENEZES, L. F. T. AND ARAÚJO, D. S. D. 2004. Regeneração e riqueza da formação arbustiva de Palmae em uma cronosequência pós-fogo na Restinga da Marambaia, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Acta bot. bras., 18(4): 771-780.
- NUNES, I., A. KWET AND J. P. POMBAL JR. 2012. Taxonomic Revision of the *Scinax alter* Species Complex (Anura:Hylidae). Copeia, (3): 554-569.
- OLIVEIRA, J. C. F., AND C. F. D. ROCHA. 2014. Journal of coastal conservation: a review on the anurofauna of Brazil's sandy coastal plains. How much do we know about it? J. Coast. Conserv.
- OKSANEN, J., G. BLANCHET, R. KINDT, P. LEGENDRE, P. R. MINCHIN, R. B. O'HARA, G. SIMPSON, P. SOLYMOS, H. H. STEVENS, AND W. WAGNER. 2013. Vegan: community ecology Package. R package version 2.0-10. <http://CRAN.R-project.org/package=vegan>.
- PAPP, M. G., AND C. O. G. PAPP. 2002. Decline in a population of the treefrog *Phyllodytes luteolus* after fire. Herpetol. Rev. 31: 93–95.
- PILLIOD, D., R. BURY, AND E. HYDE. 2003. Fire and amphibians in North America. For. Ecol. 1–64.

- R CORE TEAM. 2011. R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Available at: <http://www.R-project.org>
- RENKEN, R. B. 2005. Does fire affect amphibians and reptiles in eastern U.S. oak forests? *In* Fire in Eastern Oak Forests: Delivering Science to Land Managers. Proceedings of a Conference. pp, 158–166.
- ROCHA, C. F. D., C. V. ARIANI, V. A. MENEZES, AND D. VRCIBRADIC. 2008. Effects of a fire on a population of treefrogs (*Scinax cf. alter*, Lutz) in a restinga habitat in southern Brazil. Brazilian J. Biol. 68: 539–543.
- SÁ, R. O., T. GRANT, A. CAMARGO, W. R. HEYER, M. L. PONSSA, AND E. STANLEY. 2014. Systematics of the Neotropical genus *Leptodactylus* Fitzinger, 1826 (Anura: Leptodactylidae): phylogeny, the relevance of non-molecular evidence, and species accounts. South Am. J. Herpetol. 9: S1–S100.
- SARKAR, D. 2008. Lattice: Multivariate data visualization with R. Springer, New York.
- SOCIOAMBIENTAL. 2001. Produto Básico de Zoneamento do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro – Mapeamento Sócio-Econômico. Relatório Técnico Vol. I. SOCIOAMBIENTAL Consultores Associados Ltda. Florianópolis, SC.
- SOETART, K. 2014. shape: Functions for plotting graphical shapes, colors. R package version 1.4.1. <http://CRAN.R-project.org/package=shape>.
- SCHURBON, J. M., AND J. E. FAUTH. 2003. Effects of prescribed burning on amphibian diversity in a Southeastern U . S . National Forest. Conserv. Biol. 17: 1338–1349.

- TEIXEIRA, R.S. AND D. VRCIBRADIC. 2004. Ecological aspects of *Scinax argyreornatus* (Anura: Hylidae) from a cacao plantation in Espírito Santo state southeastern Brazil. Bol. Mus. Biol. Mello Leitão (N. sér.) 17.
- TEIXEIRA, R. S. AND D. RODDER. 2007. Diet, foraging strategy and reproduction of *Scinax argyreornatus* (MIRANDA-RIBEIRO, 1926) from a mountainous region of the Atlantic rainforest in southeastern Brazil. Herpetozoa 19(3/4): 161-173.
- TORTATO, M. A. 2007. Contribuição ao conhecimento de *Phrynops hilarii* (Duméril & Bibron, 1835) (Testudines, Chelidae) em área de restinga no estado de Santa Catarina, Sul do Brasil. Biotemas 20: 119–122.
- VASCONCELOS, H. L., R. PACHECO, R. C. SILVA, P. B. VASCONCELOS, C. T. LOPES, A. N. COSTA, AND E. M. BRUNA. 2009. Dynamics of the leaf-litter arthropod fauna following fire in a neotropical woodland savanna. PLoS One 4: 7762.
- VIEIRA, E. 1999. Small mammal communities and fire in the Brazilian Cerrado. J. Zool. 249: 75–81.
- VIEIRA, E., AND D. BRIANI. 2013. Short-term effects of fire on small rodents in the Brazilian Cerrado and their relation with feeding habits. Int. J. Wildl. Fire. 22: 1063:1071.
- WACHLEVSKI, M., 2011. Comunidades de anfíbios anuros em duas fitofisionomias do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, estado de Santa Catarina. PhD Dissertation.
- WACHLEVSKI, M., L. K. ERDTMANN, AND P.C.D.A. GARCIA. 2014. Anfíbios anuros em uma área de Mata Atlântica da Serra do Material e Métodos. Biotemas 27: 97–107.

- WACHLEWSKI, M., AND C. F. D. ROCHA. 2010. Amphibia, Anura, restinga of Baixada do Maciambu, municipality of Palhoça, state of Santa Catarina, southern Brazil. Check List 6: 602–604.
- WAICHMANN, A. V. 1992. An alphanumeric code for toe clipping amphibians and reptiles. Herpetol. Rev. 23(1): 19-21.
- WELLS, K. D. 2007. The ecology and behavior of Amphibians. The University of Chicago Press, Chicago/London.
- WESTGATE, M. J., D. A. DRISCOLL, AND D. B. LINDENMAYER. 2012. Can the intermediate disturbance hypothesis and information on species traits predict anuran responses to fire? Oikos 121: 1516–1524.
- WICKHAM, H. 2014. scales: Scale functions for graphics. R package version 0.2.4. <http://CRAN.R-project.org/package=scales>.
- YARNELL, R. W., D. M. SCOTT, C. T. CHIMIMBA, AND D. J. METCALFE. 2007. Untangling the roles of fire, grazing and rainfall on small mammal communities in grassland ecosystems. Oecologia 154: 387–402.